

10/661,786



2-10-4

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Off nlegungsschrift  
10 DE 101 03 555 A 1

51 Int. Cl.7:  
G 01 J 3/46

21 Aktenzeichen: 101 03 555.1  
22 Anmeldetag: 26. 1. 2001  
43 Offenlegungstag: 1. 8. 2002

DE 101 03 555 A 1

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Sonnenberg, Karl-Heinz, Dr., 38442 Wolfsburg, DE;  
Schaaf, Alexander, 38448 Wolfsburg, DE; Plack,  
Volker, 38542 Leiferde, DE; Bressen, Waldemar,  
38442 Wolfsburg, DE

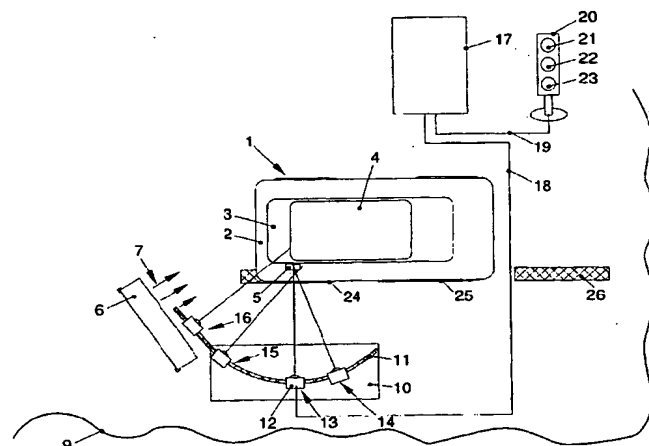
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 49 066 A1  
DE 43 09 802 A1  
DE 691 19 227 T2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Beurteilung einer Farbschicht

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung einer Farbschicht, wobei die Farbschicht von einer Lichtquelle (6) mit Licht (7) bestrahlt wird und von einem optischen Empfangsmittel (12) wenigstens ein Teil des von der Lichtquelle (6) an der Farbschicht reflektierten Lichts als zweidimensionale Bildpunkt-Information empfangen wird, wobei jedem Bildpunkt neben den beiden geometrischen Koordinaten drei voneinander linear unabhängige Koordinaten (LAB) eines Farbraumes zugeordnet werden, so daß jeder Bildpunkt durch eine fünfdimensionale Information dargestellt wird. Hiervon ausgehend wird ein Verfahren angegeben, das mit geringem apparativen und programmtechnischen Aufwand eine schnelle Beurteilung der Farbschicht ermöglicht und eventuelle Farbabweichungen oder sonstige Fehler sicher erkennt. Erfindungsgemäß wird aus der mittels des optischen Empfangsmittels (12) aufgenommenen fünfdimensionalen Information eine zweidimensionale Information (y, L) extrahiert, die ein Maß für den Farb- und/oder Helligkeitsverlauf des empfangenen Lichts in einem vorbestimmten geometrischen Bereich (30) der Farbschicht ist.



DE 101 03 555 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung einer Farbschicht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der DE 43 09 802 A1 bekannt.

[0003] Das bekannte Verfahren dient zur produktionsnahen Farbkontrolle von Produkten mit bildgebenden farb-tüchtigen Sensoren wie Farbmatrix-, Farbzeilen oder punkt-weise arbeitenden Abtastern. Hierbei wird aus den Signalen dieser Sensoren sowohl für eine Referenz als auch für Prüflinge jeweils eine oder mehrere mehrdimensionale Histogramme der Farbvektorkomponenten berechnet und aus dem Vergleich dieser Histogramme Maße für die Farbabweichung oder Farbübereinstimmung gewonnen.

[0004] Das bekannte Verfahren hat den Nachteil, daß die Ermittlung der Histogramme sowie deren Vergleiche relativ aufwendig ist, sowohl in zeitlicher als auch in programmtechnischer Hinsicht. Zudem werden aufwendige Recheneinrichtungen benötigt, die relativ teuer sind.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Beurteilung einer Farbschicht, insbesondere des Oberflächeneindrucks der Farbschicht auf einen Betrachter, anzugeben, das mit geringem apparativen und programmtechnischen Aufwand eine schnelle Beurteilung der Farbschicht ermöglicht und eventuelle Farbabweichungen oder sonstige Fehler sicher erkennt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die in dem Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Als Farbschicht wird die gesamte Beschichtung eines Gegenstands oder eines Teils davon verstanden. Bei einer aus mehreren Schichten bestehenden Lackierung z. B. bei einem Fahrzeug, bei dem die Lackierung üblicherweise ausgehend von dem Blech die Schichten Verzinkung, Phosphatierung, Füller, Base-Code und Clear-Code aufweist, werden als Farbschicht insbesondere die oberen, dem Blech abgewandten Schichten verstanden, vorzugsweise also diejenigen Schichten, die den auf einen Betrachter wirkenden Farbeindruck ausmachen.

[0008] Die Erfindung hat den Vorteil, durch geeignete Abstimmung des Auswerteprogramms auf einfache Weise die Farbwahrnehmung des menschlichen Auges nachbilden zu können. Das erfindungsgemäße Verfahren stellt daher eine Art "optischen Kunstkopf" für die Überprüfung von Farbschichten dar. Als Farbschichten kommen für die Anwendung des Verfahrens vorzugsweise Lackierungen von Fahrzeugkarosserien in der Automobiltechnik in Frage. Derartige Karosserien sind bevorzugt mit hochglänzenden Metallic-Lacken beschichtet, deren optisches Erscheinungsbild, d. h. Farbeindruck und Helligkeit, stark vom Betrachtungswinkel und Lichteinfallswinkel abhängen. Diese Abhängigkeit wird auch als Flop bezeichnet. So ist insbesondere bei Lacksorten mit einem stark ausgebildeten Flop das Erscheinungsbild des gesamten Fahrzeugs zusätzlich stark abhängig von dessen Formgebung, weil z. B. an stark gekrümmten Flächen die Farbe der Lackierung anders wahrgenommen wird als in anderen Bereichen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann daher auch vorteilhaft bei der Entwicklung, Konstruktion und dem Design von neuen Fahrzeugen eingesetzt werden, indem bereits vor der Produktion die Farbwahrnehmung der Karosserie bei Lackierung mit einem Lack mit starkem Flop nachgestellt wird, z. B. anhand einer Simulation in einem Computer.

[0009] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß kein optisch abgeschlossener Raum benötigt

wird und auch keine Laborbedingungen notwendig sind. Zudem arbeitet das Verfahren berührungslos und verursacht keine Schäden an der Farbschicht. Ein weiterer Vorteil ist, daß eine visuelle Beurteilung von Farben auf dreidimensional gekrümmten Flächen möglich ist. Die relative Farbwahrnehmung des Menschen wird objektiviert und Farbunterschiede werden quantifiziert. Das Verfahren erfaßt die Flächen inklusive einer Farbreferenz als Ganzes und erlaubt darüber hinaus ortsabhängige Farbwertaussagen. Desweiteren sind Aussagen über den Einfluß der Form bzw. der Farbe auf den Farbeindruck möglich, insbesondere formunabhängige Aussagen über die Farbwerte.

[0010] Hierbei wird durch das erfindungsgemäße Verfahren in relativ einfacher und hinsichtlich des Rechenaufwandes wenig aufwendiger Weise aus der mittels des optischen Empfangsmittels, die vorzugsweise als digitale Kamera ausgebildet ist, aufgenommenen fünfdimensionalen Bildinformation eine zweidimensionale Information extrahiert. Bei der fünfdimensionalen Bildinformation kann es sich z. B. um eine drei Komponenten enthaltende Farbinformation handeln, also z. B. rot, grün und blau (RGB-Darstellung), oder eine kombinierte Luminanz-/Farbinformation im Sinne des LAB-Farbraums gemäß CIE-Norm. Als weitere Komponenten kommen eine horizontale und eine vertikale Koordinate hinzu, da es sich bei der von der Kamera aufgenommenen Information um ein zweidimensionales Bild handelt.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung enthält die gemäß Patentanspruch 1 gewonnene zweidimensionale Information eine geometrische Koordinate und eine die Farbe und/oder die Helligkeit des empfangenen Lichts angegebende Koordinate. Dies hat einerseits den Vorteil, daß ausgewählt werden kann, ob die zweite Koordinate die Farbe enthalten soll, die Helligkeit oder eine nach vorgegebenen Regeln ermittelte Kombination aus beiden. Durch die Beschränkung auf eine optische Information und eine geometrische Information ist eine einfache Überprüfbarkeit und Vergleichbarkeit der Daten mit Referenzdaten möglich, z. B. in Form von zweidimensionalen Diagrammen. Ein weiterer Vorteil ist, daß die zweidimensionale Information in einfacher Weise graphisch dargestellt werden kann, z. B. in einem Koordinatensystem.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird aus der zweidimensionalen Information eine gemessene Farbinformation gebildet, indem eine Ausgleichsfunktion berechnet wird, die einen angenäherten Verlauf an die aufgenommene zweidimensionale Information hat. Als Beispiele für die Berechnung von Ausgleichsfunktionen seien Spline-Interpolation und die Methode des kleinsten Fehlerquadrates genannt. Als Funktionstyp kommt insbesondere ein angenähertes Polynom in Frage, was den Vorteil hat, daß dieses einfach zu handhaben ist und mit wenig Information darstellbar ist, z. B. durch eine Folge von Koeffizienten.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die zweidimensionale Information bzw. die gemessene Farbinformationsfunktion mit einer vorgegebenen Farbinformationsfunktion verglichen und die Abweichung dazwischen als Maß für die Qualität der Farbschicht herangezogen. Dies kann z. B. über ein Gutmuster erfolgen, vorteilhafter ist jedoch der direkte Vergleich zu einem Farbtonstandard oder auch durch Vergleich zu einer DKM-Karosserie. Hierbei handelt es sich um eine Musterkarosserie in einer Datenkontrollmodell-Farbe (= DKM), d. h. Festlegung des Serienstandes eines bestimmten Farbtones unter Angabe der spezifischen Toleranzen. Es ist auch vorteilhaft, einen Vergleich zu einem Zielwert durchzuführen, der einer Toleranzmittellage in einem tolerierbaren Farbabweichungsbereich entspricht. Die Referenzwerte für die Farbe bzw. die

vorgegebene Farbinformationsfunktion kann auch aus einem Farbatlas für die Designer stammen. Als Maß für die Abweichung sind unterschiedliche Charakteristiken vorteilhaft verwendbar, z. B. die Parallelität der miteinander verglichenen Funktionen, die Differenz dieser Funktionen und auch die Ableitung der gemessenen Farbinformationsfunktion. Bei dem Vergleich kann dann auf die Über- bzw. Unterschreitung von vorbestimmten Abweichungsschwellen bzw. Ableitungsschwellen überprüft werden. Als Maß für die Parallelität können beispielsweise die Steigungen der Funktionen herangezogen werden.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Differenz der gemessenen Farbinformationsfunktion zu einer vorgegebenen Farbinformationsfunktion gebildet und das Integral dieser Differenz als Maß für die Qualität der Farbschicht herangezogen. Hieraus können abgestufte Aussagen getroffen werden, z. B. ob der untersuchte Abschnitt der Farbschicht um einen bestimmten Prozentsatz von der vorgegebenen Farbinformationsfunktion abweicht. Je nach Maß der Abweichung können die erzeugten Produkte in Qualitätsklassen eingestuft werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die mittels des optischen Empfangsmittels aufgenommenen fünfdimensionalen Informationen oder daraus abgeleitete Daten in den Prozeß der Lackherstellung derart eingespeist, daß mittels geeigneter Farbabtönung des herzustellenden Lackes im Sinne eines Regelkreises zukünftige Lackierungen keine oder zumindest eine verminderte Farbabweichung aufweisen. Die Übertragung der Daten von dem Lackanwender zu dem Lackhersteller kann z. B. über ein Datennetz wie das Internet erfolgen. Hierdurch ist eine relativ kurzfristige und genaue Anpassung der Lackzusammensetzung an die Erfordernisse der Fahrzeugherstellung möglich. Zudem kann Ungleichmäßigkeiten bei der Lackherstellung frühzeitig entgegengewirkt werden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den weiteren Vorteil, eine visuelle Beurteilung von Farben auch auf dreidimensional gekrümmten Flächen zu erlauben. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden unerwünschte Verformungen der die Farbschicht tragenden Oberfläche erkannt und klassifiziert. Hierdurch können insbesondere Konturstörungen durch Dellen und Beulen, Abweichungen durch die Justage von Anbauteilen, z. B. Tankklappe oder Stoßfänger eines Fahrzeuges, und von Übergängen zwischen aneinander montierten Teilen erfaßt werden, ohne daß zusätzliche apparative oder softwaremäßige Maßnahmen erforderlich sind. Die Erkennung erfolgt durch die erfindungsgemäße Auswertung der Farbinformationen. Bei Erkennung einer unerwünschten Verformung kann dann ein Warnsignal ausgelöst werden.

[0017] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der vorbestimmte geometrische Bereich der Farbschicht, der für die Gewinnung der zweidimensionalen Information verwendet wird, als länglicher Meßstreifen, dessen Längenausdehnung im Vergleich zur Breite groß ist, ausgebildet. Die Verwendung eines Meßstreifens vereinfacht die Gewinnung der zweidimensionalen Information, da beispielsweise durch Mittelwertbildung die senkrecht zur Längsachse des Meßstreifens liegenden Meßpunkte jeweils gemittelt werden, so daß sich eine Reihe von mittleren Meßwerten entlang der Längsachse des Meßstreifens ergibt. Der Meßstreifen ist vorteilhaft mit einer linearen, geraden Längsachse oder auch mit einer gekrümmten Längsachse ausgebildet. Insbesondere die gekrümmte Längsachse ermöglicht die Erfassung einer Vielzahl von kritischen Punkten auf der Farbschicht mit nur einer Messung. Zur Qualitätsüberprüfung der Lackierung eines Fahrzeuges werden vorzugsweise mehrere Meßstreifen verwendet, die in

Längs- und Querrichtung sowie diagonal verteilt sind, wobei die Meßstreifen auch Überlappungen aufweisen können. In vorteilhafter Weise wird ein Meßstreifen aus einem mittels eines Kamerasensors aufgenommenen, in der Regel rechteckförmigen Bildes durch ein Softwareprogramm entnommen und weiter verarbeitet. Es ist auch vorteilhaft, einem einzigen aufgenommenen Bild eine Reihe von Meßstreifen zu entnehmen.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird ein Referenzfarbmuster in das von dem optischen Empfangsmittel aufgenommene Bild eingeblendet. Dies kann bei der Überprüfung der Lackierung einer Kraftfahrzeugkarosserie z. B. dadurch erfolgen, daß ein Referenzblech mit einer Soll-Farbe bei ausgewählten zu überprüfenden Fahrzeugen an das Fahrzeug angelegt wird bzw. daran befestigt wird. Es ist auch möglich, ein Referenzfarbmuster softwaremäßig in das aufgenommene Bild einzublenden, wobei das Referenzfarbmuster beispielsweise die zugehörige DKM-Farbe oder ein Zielwert sein kann.

[0019] Unter Nennung weiterer Vorteile wird die Erfindung im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert.

[0020] Es zeigen

[0021] Fig. 1: eine Aufsicht auf eine Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0022] Fig. 2: ein zu untersuchendes Objekt und

[0023] Fig. 3, 4: Anordnungen von Meßstreifen auf dem zu untersuchenden Objekt und

[0024] Fig. 5, 6: eine Reihe von Farbinformationsfunktionen, gewonnen aus den Meßstreifen gemäß Fig. 3 und 4.

[0025] In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für einander entsprechende Teile und sonstige Größen verwendet.

[0026] Die Fig. 1 zeigt eine Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die beispielsweise in einer Produktionsanlage für Kraftfahrzeuge angeordnet sein kann. Bei dem im folgenden Ausführungsbeispiel beschriebenen zur untersuchenden Objekt 1 handelt es sich um ein Kraftfahrzeug, dessen Lackierung einer Qualitätskontrolle unterzogen werden soll. Das Kraftfahrzeug 1 weist in der schematischen Darstellung gemäß Fig. 1 eine Karosserie 2, Fenster 3, ein Dach 4 sowie einen Tankdeckel 5 auf. Weitere Teile des Fahrzeugs 1 sind für die nachfolgende Beschreibung nicht von Bedeutung. Das Fahrzeug 1 wird relativ zu Lichtabgabe- und Bildaufnahmemitteln anhand am Boden angeordneter Positionsmarkierungen 24, 25, 26 in horizontaler Ebene genau justiert.

[0027] Zur Beurteilung der Lackierung des Fahrzeuges 1 wird dieses von einer Lichtquelle 6, die in einem bestimmten Winkel zu dem Fahrzeug 1 angeordnet ist, mit Licht 7 bestrahlt. Die Lichtquelle 6 ist vorzugsweise als Lichtwanne mit einer Reihe von parallel angeordneten Leuchtstoffröhren ausgebildet. Zur Vermeidung unerwünschten Streulichts ist die in der Fig. 1 dargestellte Anordnung zumindest teilweise von einem Vorhang 9 umgeben. Der Vorhang 9 ist zur Vermeidung von Lichtreflexionen in schwarzer Farbe gehalten und weist einen Baldachin auf.

[0028] Die Bildaufnahmeeinrichtung weist einen in der Höhe präzise verstellbaren Tisch 10 auf, auf dem eine gebogene Schiene 11 unverrückbar montiert ist. Auf der Schiene 11 ist ein in Längsrichtung der Schiene verschiebbarer Wagen angeordnet, der eine auf einem Stativ befestigte elektronische Kamera 12 trägt. Die Kamera 12 ist justierbar und wird in Richtung des aufzunehmenden Objekts, hier des Fahrzeugs 1, ausgerichtet. Für die Durchführung unterschiedlicher Qualitätsprüfungen wird die Kamera 12 mittels des Wagens auf der Schiene 11 in unterschiedliche vorgegebene Positionen 13, 14, 15, 16 verfahren und dort fixiert.

[0029] Das von der Kamera 12 aufgenommene elektrische Bildsignal wird über eine Leitung 18 einer Rechneinrichtung 17 zugeführt. Die Rechneinrichtung 17 verarbeitet die ihr zugeführten Signale gemäß der im folgenden noch näher beschriebenen Verfahrensweise. Desweiteren ermittelt die Rechneinrichtung 17 ein Qualitätsmaß, das die Qualität der Lackierung des Fahrzeugs 1 angibt. Für die optische Darstellung des Qualitätsmaßes für einen Bediener der Anlage oder anderes Personal ist die Rechneinrichtung über eine Leitung 19 mit einer optischen Signaleinrichtung 20 verbunden. Die Signaleinrichtung 20 weist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verschiedenfarbige Leuchtmittel 21, 22, 23 auf, über die in einfach verständlicher Weise das Qualitätsmaß dargestellt wird. So kann zum Beispiel den Leuchtmitteln 21, 22, 23 die Farben rot, gelb und grün ähnlich wie bei einer Lichtzeichenanlage zur Verkehrsregelung vergeben werden. Diesen Farben wird dann eine intuitiv verständliche Bedeutung zugeordnet, z. B. Rot bedeutet "nicht in Ordnung", Gelb bedeutet "an der Toleranzgrenze" und Grün bedeutet "in Ordnung".

[0030] Ein bevorzugter Ablauf bei der Durchführung einer Qualitätskontrolle der Lackierung mittels der in der Fig. 1 dargestellten Einrichtung ist wie folgt:

- Weißabgleich der Kamera 12.
- Fahrzeug 1 in die gewünschte Position fahren, d. h. mit dem rechten Vorderrad auf die Markierung 25 und mit dem rechten Hinterrad auf die Markierung 24. Dadurch steht der Tankdeckel vor der in der Position 13 angeordneten Kamera 12.
- Höhenjustage des Tisches 10.
- Justage der Lichtwanne 6.
- Überprüfung auf unerwünschte Nebenlichtquellen oder Reflexionen.
- Durchführung einer Reihe von Aufnahmen an dem Fahrzeug, aus Meß- und Redundanzgründen.
- Je nach Fahrzeugtyp erneute Justage der Kamera 12 in einer der anderen Positionen 14, 15, 16.
- Aufnahme von weiteren Bildern.
- Abspeicherung und Auswertung der Bilder in der Rechneinrichtung 17.
- Ausgabe des Qualitätsergebnisses auf der Signalausgabereinrichtung 20.
- Weitertransport des Fahrzeugs 1.

[0031] Zur Darstellung der von der Kamera 12 aufgenommenen Bildinformation wird im folgenden die Fig. 2 verwendet. Dort ist das Fahrzeug 1 in einer Seitenansicht dargestellt. Ein von der Kamera 12 aufgenommener Bildausschnitt 28 umfaßt einen Teil der Karosserie 2, einen Teil der Scheiben 3, den Tankdeckel 5 sowie ein zum Farbvergleich dienendes, mit einer Sollfarbe beschichtetes Referenzblech 27, das lediglich zu Überprüfungszwecken an dem Fahrzeug 1 angebracht wird.

[0032] Der in der Fig. 2 dargestellte Bildausschnitt 28 ist in den Fig. 3 und 4 vergrößert dargestellt. In der Fig. 3 sind beispielhaft Meßstreifen 29, 30, 31 dargestellt, die z. B. von dem Bediener der Rechneinrichtung 17 festlegbar sind oder je nach Fahrzeugtyp fest vorgegeben sind. Der Meßstreifen 29 überstreicht einen Teil der hinteren Seitenscheibe des Fahrzeugs 1, das Referenzblech 27 und den darunterliegenden Teil der Karosserie bis kurz vor der Radausnehmung. Der Meßstreifen 30 überstreicht ebenfalls die hintere Seitenscheibe des Fahrzeugs 1, die oberhalb und unterhalb des Tankdeckels 5 liegenden Teile der Karosserie 2, den Tankdeckel 5 selbst sowie Teile der Radausnehmung. Ein als weiteres Beispiel dargestellter waagrecht liegender Meßstreifen 31 überstreicht die hintere Tür, den hinteren

Kotflügel sowie den Tankdeckel 5 des Fahrzeugs 1. Der Meßstreifen 31 weist außerdem Überschneidungen mit den Meßstreifen 29 und 30 auf. Die in diesen Überschneidungsbereichen liegenden Meßergebnisse können zur Plausibilitätskontrolle miteinander verglichen werden. Am Beispiel des Meßstreifens 30 ist dessen Längsachse 35 dargestellt, d. h. eine in der Mitte des Meßstreifens 30 liegende Linie.

[0033] In der Fig. 4 ist derselbe Bildausschnitt 28 dargestellt, jedoch mit zwei weiteren Beispielen für Meßstreifen 33, 34. Der Meßstreifen 33 weist eine gekrümmte Kontur und demzufolge auch eine gekrümmte Mittellinie auf. Infolge seiner Krümmung überstreicht der Meßstreifen 33 eine Vielzahl von unterschiedlichen Fahrzeugteilen, d. h. mit nur einem einzigen Meßstreifen kann hier eine Beurteilung einer Vielzahl von Fahrzeugteilen erfolgen. Durch geeignete Wahl der Lage und Form der Meßstreifen kann so durch Verwendung relativ weniger Meßstreifen das gesamte Fahrzeug oder ein großer Teil davon überprüft werden. Ein weiterer Meßstreifen 34 sei als Beispiel für einen diagonal angeordneten Meßstreifen dargestellt.

[0034] Die Meßstreifen 29, 30, 31, 33, 34 stellen Bildausschnitte der von der Kamera 12 über die Leitung 18 an die Rechneinrichtung 17 übertragenden Bildinformationen 28 dar, die mittels des in der Rechneinrichtung 17 ablaufenden Programms aus der Bildinformation 28 extrahiert werden.

[0035] In der Fig. 5 ist ein Beispiel für eine aus der fünfdimensionalen Bildinformation extrahierte zweidimensionale Information in Form eines Diagramms in kartesischen Koordinaten dargestellt. An der Abszisse des Diagramms ist eine geometrische Koordinate y aufgetragen, die eine vom oberen Ende des Meßstreifens 30 an entlang der Längsachse 35 des Meßstreifens 30 laufende Koordinate darstellt. An der Ordinate des Diagramms ist eine Helligkeitsinformation L aufgetragen, die vorzugsweise wie folgt ermittelt wird:

- Extraktion der Helligkeitswerte (Luminanzwerte) der drei Komponenten umfassenden LAB-Farbinformation entlang einer Senkrechten zur Längsachse 35 des Meßstreifens über die gesamte Breite des Meßstreifens.
- Mittelung der extrahierten Helligkeitsdaten zu einem mittleren Helligkeitswert L für jeden Abszissenwert y.

[0036] In dem in der Fig. 5 dargestellten Beispiel wurde der Meßstreifen 30 gemäß Fig. 3 ausgewertet. Die Koordinate y beginnt dabei mit dem Wert 0 am oberen Ende des Meßstreifens 30. In einem Bereich 36 der in der Fig. 5 dargestellten Funktionen steigt der Helligkeitswert L an einem bestimmten Punkt, nämlich am Übergang von der Scheibe zu der Fahrzeugkarosserie, infolge einer erhöhten Reflexion sprunghaft an und behält diesen Wert mit leicht ansteigender Tendenz bei, bis ein weiterer sprunghafter Anstieg 32 in einem eng begrenzten Bereich der Koordinate y erfolgt. Der Anstieg 32 ist durch eine Kante in der Karosserie 2 bedingt, an der sich die Reflexionsverhältnisse infolge eines Übergangs zwischen zwei Karosserieteilen kurzzeitig stark verändern. In einem nun folgenden Bereich 38, 48 ist eine Abweichung zwischen der gemessenen Farbinformation 38 und einer Sollfarbinformation 48 einer Referenzfarbe deutlich erkennbar. Wie man sieht, sind unerwünschte Farbabweichungen aus einem derartigen Diagramm leicht erkennbar.

[0037] Im Bereich 37, 39 erfolgt ein starker Abfall der gemessenen Farbinformation 37 unter die Funktion der Sollfarbinformation 39, die im wesentlichen kontinuierlich weiter verläuft. Dies ist im vorliegenden Beispiel auf einen

Tankdeckel 5, der mit einem Lack aus einer anderen Charge als der für die Karosserie 2 verwendete Lack lackiert wurde, zurückzuführen. In dem Bereich 37, 39 weicht somit die gemessene Farbinformation 37 wiederum von der Sollfarbinformation 39 ab, jedoch in der anderen Richtung, d. h. die tatsächlich wahrnehmbare Farbe ist in diesem Bereich dunkler als erwünscht. Zudem ist ein relativ deutlicher Sprung in der gemessenen Farbinformation erkennbar, was ebenfalls im allgemeinen als unerwünscht anzusehen ist.

[0038] In dem darauffolgenden Bereich 40, 41 setzt sich die in dem Bereich 38 bereits erläuterte Tendenz fort. Auch hier weicht die gemessene Farbinformation 41 von der Sollfarbinformation 40 ab. Hiernach erfolgt in dem Bereich 42 wiederum ein starker Abfall der gemessenen Farbinformation L, was in diesem Fall auf schwach reflektierende Bereiche der Karosserie des Fahrzeugs 1, wie etwa die Radausnehmung, zurückzuführen ist.

[0039] Ein Maß für die Qualität der Lackierung eines Fahrzeugs ist z. B. die Homogenität des Farbtons an dem gesamten Fahrzeug. Aus diesem Grund sind beispielsweise sprunghafte Veränderungen des Helligkeitswertes L, wie in dem Bereich 37, 39 an dem Tankdeckel 5, unerwünscht. Eine Erkennung dieser unerwünschten sprunghaften Änderungen kann z. B. durch Differentiation der in der Fig. 5 dargestellten Sollfarbinformation durchgeführt werden. Die differenzierte Funktion wird dann auf Überschreitung von maximal zulässigen oberen und unteren Schwellenwerten hin überprüft. Die Beurteilung erfolgt vorzugsweise an den Stellen und Bauteilen des Fahrzeugs 1, wo eine Übereinstimmung der Farbtöne hinsichtlich des visuellen Eindrucks des Fahrzeugs 1 besonders wichtig sind.

[0040] Die Kamera 12 ist vorzugsweise als Digitalkamera mit wenigstens 1,3 Millionen Pixel und einer Farbtiefe von mindestens 24 Bit ausgebildet. Eine bevorzugte Lichtwanne 6 erzeugt eine Farbtemperatur von 6.500 Kelvin, was in etwa dem Tageslicht entspricht. Die Interpretation der Farbinformationsfunktion kann beispielsweise durch Ablesen der Helligkeitsabweichung von einem Idealverlauf erfolgen. Diese Helligkeitsabweichungen sind dann unabhängig von der Kontur des Objekts, können aber aus Abweichungen vom Strak, Abweichungen des Lacks und aus Verschmutzung usw. resultieren. Somit ist eine Erkennung von Abweichungen von einer Solloberfläche möglich.

[0041] Es ist desweiteren vorteilhaft, von zwei gleichfarbigen Objekten ein Differenzbild zu erzeugen, indem miteinander vergleichbare Objekte überlagert werden und jeweils punktweise die Differenz gebildet wird. Von dem so erzeugten Differenzbild können z. B. Helligkeitsabweichungen abgelesen werden, die Rückschlüsse auf unterschiedliche Lackierung der Teile erlauben.

[0042] In der Fig. 6 ist der Einfluß von Verformungen von Teilen des Fahrzeugs 1 auf den Verlauf der gemessenen Farbinformationsfunktionen dargestellt. Grundlage für die in der Fig. 6 dargestellten Funktionen ist der Meßstreifen 31, dessen Länge hier beispielhaft auf den Bereich von kurz oberhalb bis kurz unterhalb des Tankdeckels 5 reduziert wurde. Die Funktion 43 stellt einen Sollverlauf dar, der als theoretischer Idealwert anzusehen ist, jedoch in der Praxis nicht erreicht werden kann, da zwischen Tankdeckel 5 und den übrigen Karosserieteilen 2 immer ein konstruktiv bedingter Spalt vorhanden ist. Die Funktion 45 stellt einen in der Praxis erreichbaren Idealverlauf der gemessenen Farbinformationsfunktion dar. Die Funktionen 44, 46, 47 sind Beispiele für Farbinformationsfunktionen, die sich bei druck- und zugbelasteten Tankdeckeln einstellen. Wie man anhand der Fig. 6 leicht erkennt, können hiermit auch unerwünschte Verformungen der Karosserie und anderen Fahrzeugteilen, wie etwa Beulen, sicher erkannt werden.

1. Verfahren zur Beurteilung einer Farbschicht, wobei die Farbschicht von einer Lichtquelle (6) mit Licht (7) bestrahlt wird und von einem optischen Empfangsmittel (12) wenigstens ein Teil des von der Lichtquelle (6) an der Farbschicht reflektierten Lichts als zweidimensionale Bildpunkt-Information empfangen wird, wobei jedem Bildpunkt neben den beiden geometrischen Koordinaten drei voneinander linear unabhängige Koordinaten (LAB) eines Farbraumes zugeordnet werden, so daß jeder Bildpunkt durch eine fünfdimensionale Information dargestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der mittels des optischen Empfangsmittels (12) aufgenommenen fünfdimensionalen Information eine zweidimensionale Information (y, L) extrahiert wird, die ein Maß für den Farb- und/oder Helligkeitsverlauf des empfangenen Lichts in einem vorbestimmten geometrischen Bereich (30) der Farbschicht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweidimensionale Information (y, L) eine geometrische Koordinate (y) und eine die Farbe und/oder die Helligkeit des empfangenen Lichts angegebende Koordinate (L) enthält.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus der zweidimensionalen Information (y, L) eine gemessene Farbinformationsfunktion als Ausgleichsfunktion gebildet wird, insbesondere ein angenähertes Polynom.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweidimensionalen Informationen (y, L) bzw. die gemessene Farbinformationsfunktion mit einer vorgegebenen Farbinformationsfunktion verglichen wird und die Abweichungen dazwischen als Maß für die Qualität der Farbschicht herangezogen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Parallelität der miteinander verglichenen Funktionen als Maß für deren Abweichung voneinander verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der miteinander verglichenen Funktionen als Maß für deren Abweichung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Warnsignal ausgelöst wird, wenn die Abweichung vorbestimmte Abweichungsschwellen über- bzw. unterschreitet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Warnsignal ausgelöst wird, wenn die Ableitung der gemessenen Farbinformationsfunktion vorbestimmte Ableitungsschwellen über- bzw. unterschreitet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der gemessenen Farbinformationsfunktion zu einer vorgegebenen Farbinformationsfunktion gebildet wird und das Integral dieser Differenz als Maß für die Qualität der Farbschicht herangezogen wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mittels des optischen Empfangsmittels aufgenommene fünfdimensionale Information oder daraus abgeleitete Daten in den Prozeß der Lackherstellung derart eingespeist werden, daß mittels geeigneter Farbabtönung im Sinne eines Regelkreises zukünftige Lackierungen eine verminderte Farbabweichung aufweisen.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Farbdarstellung der CIE-Lab-Farbraum verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Empfangsmittel (12) eine digitale Kamera ist. 5

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unerwünschte Verformungen der die Farbschicht tragenden Oberfläche erkannt und klassifiziert werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte geometrische Bereich (30) der Farbschicht, der für die Gewinnung der zweidimensionalen Information (y, L) verwendet wird, als länglicher Meßstreifen ausgebildet ist, dessen Längenausdehnung im Vergleich zur Breite groß ist. 15

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßstreifen (30) eine lineare, gerade Längsachse (35) aufweist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßstreifen (33) eine gekrümmte Längsachse aufweist. 20

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Referenzfarbmuster (27) in das von dem optischen Empfangsmittel (12) aufgenommene Bild (28) eingeblendet wird. 25

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

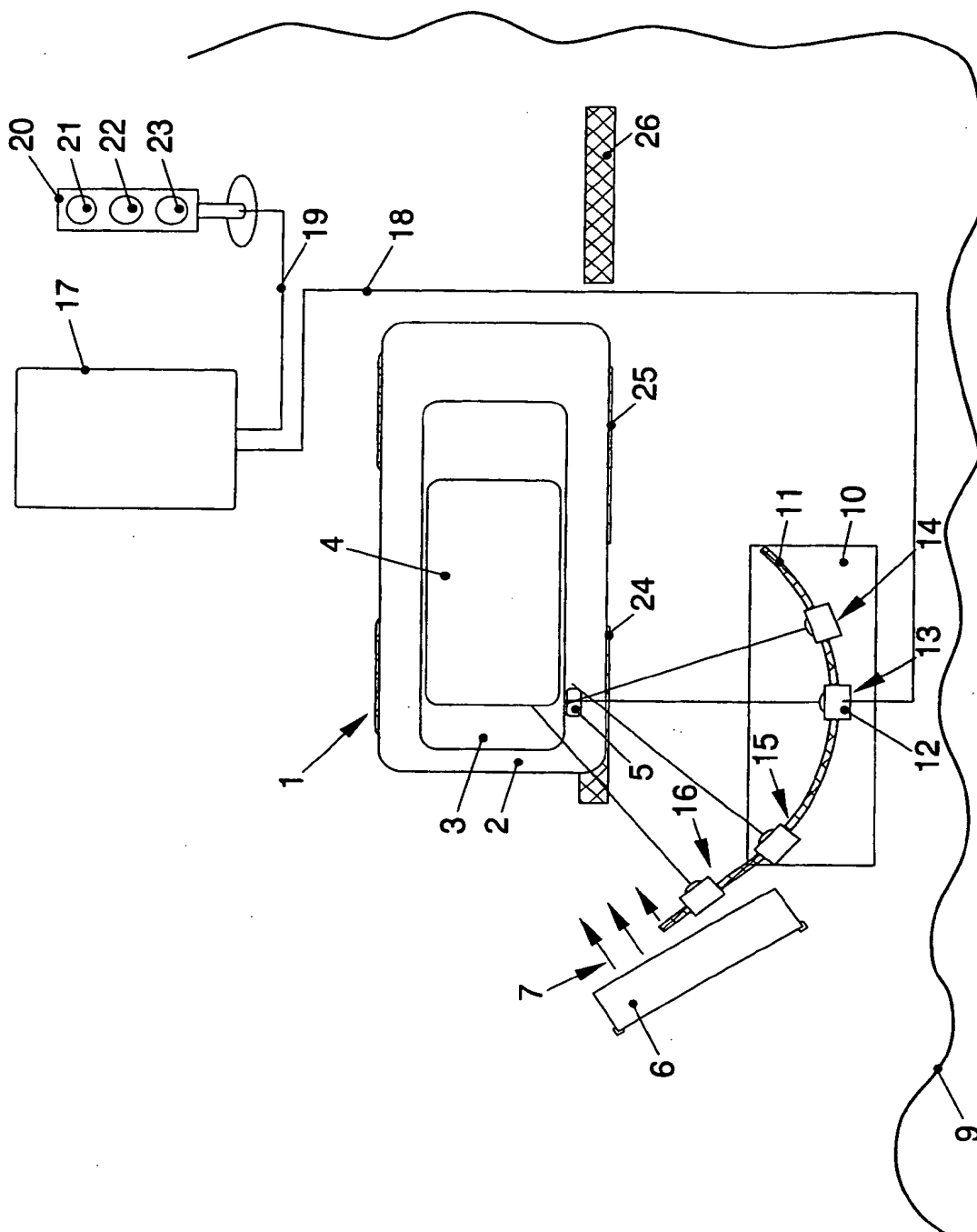


FIG. 1

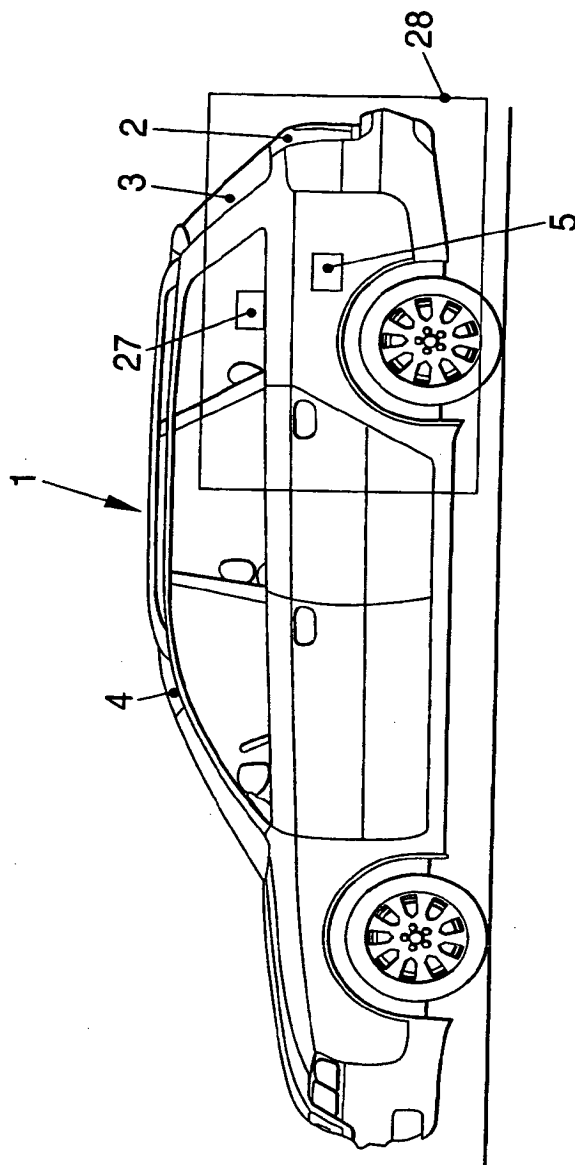
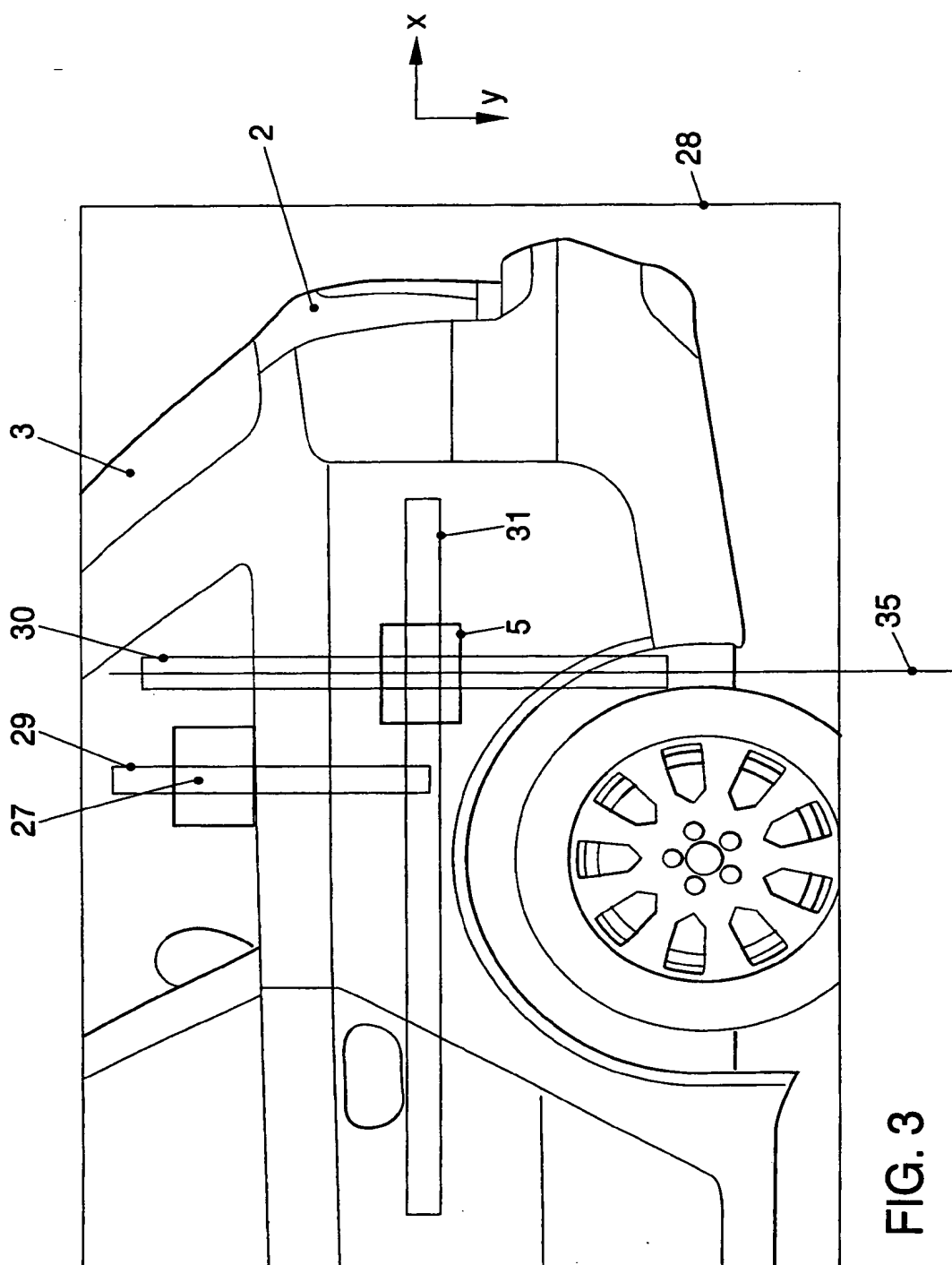


FIG. 2





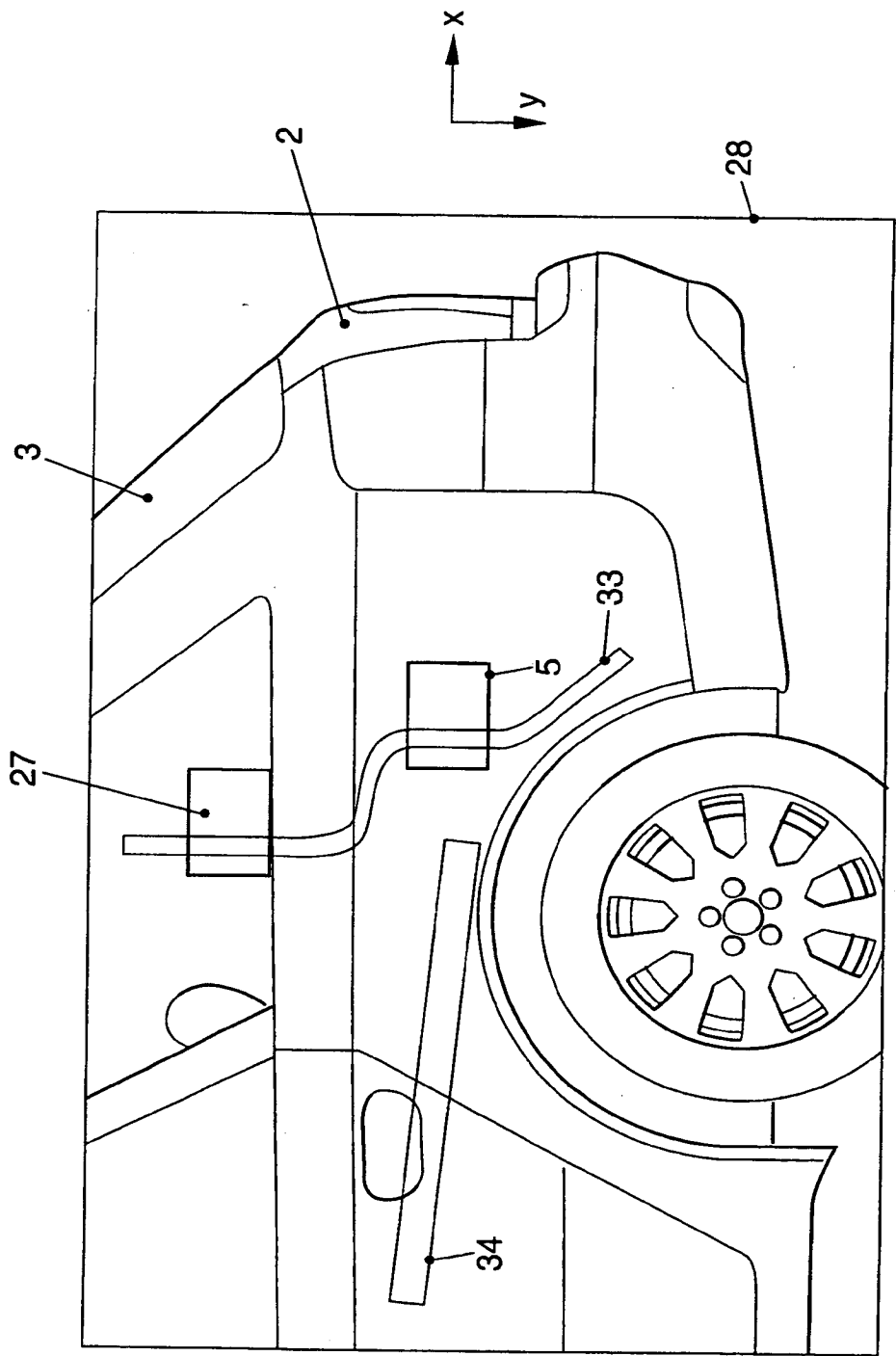


FIG. 4

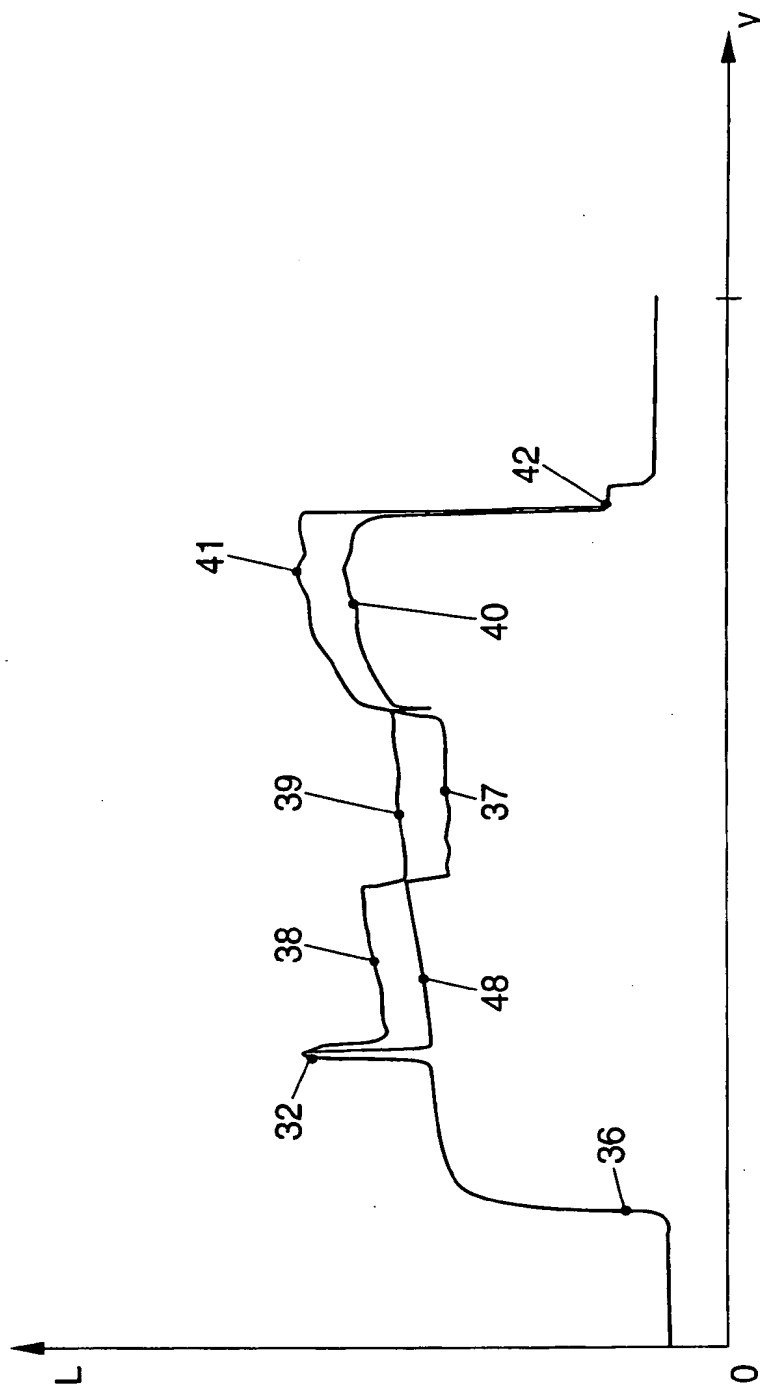
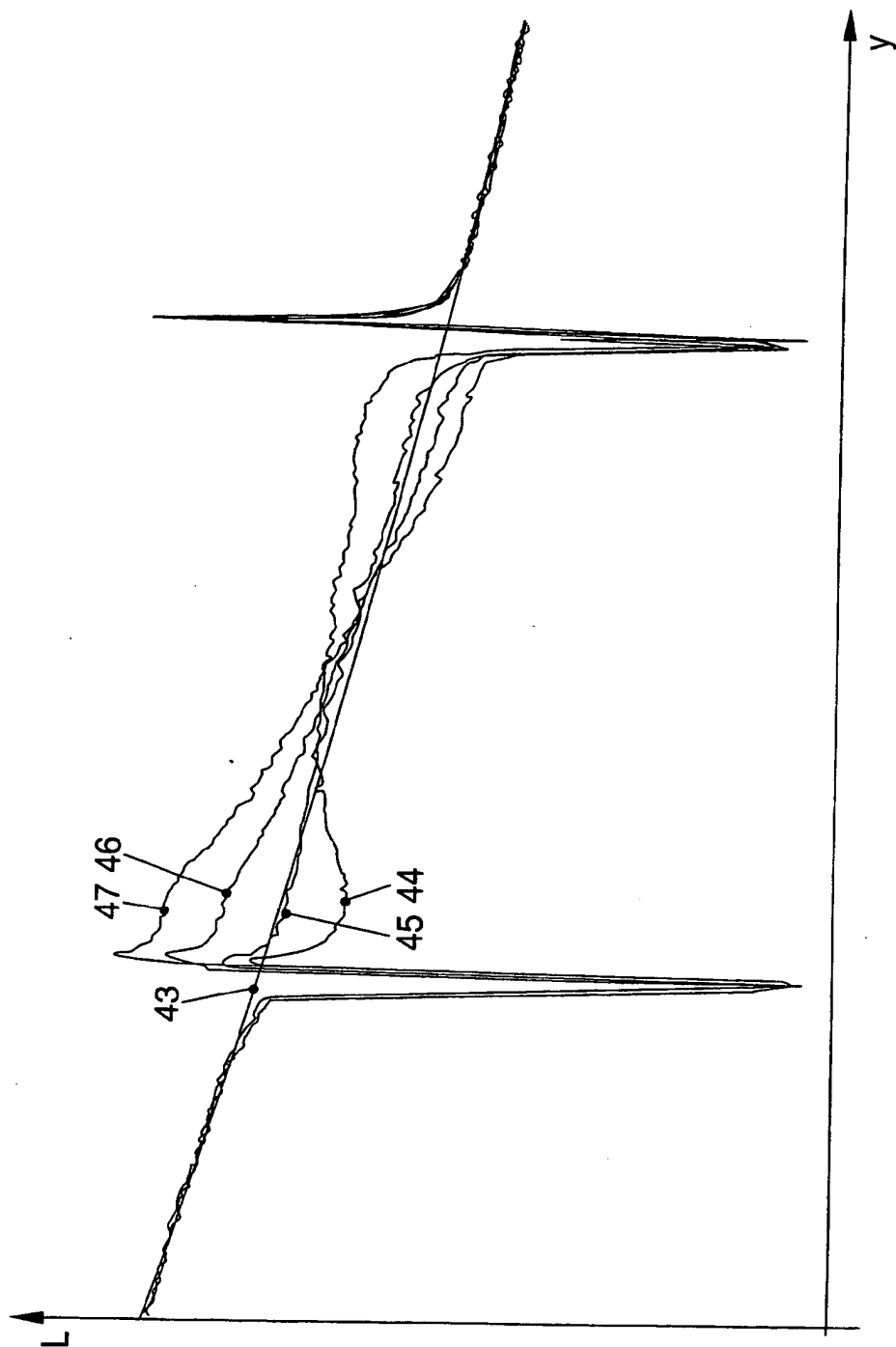


FIG. 5



**FIG. 6**